

See discussions, stats, and author profiles for this publication at:
<https://www.researchgate.net/publication/307919764>

La restauración ambiental extiosa de las islas de México: una reflexión sobre los avances a la fecha y los retos por venir

Chapter · August 2016

CITATIONS

0

READS

53

6 authors, including:



Alfonso Aguirre-Muñoz

Grupo de Ecología y Conservaci...

54 PUBLICATIONS 210 CITATIONS

SEE PROFILE



Araceli Samaniego-Herrera

Pacific Invasives Initiative

26 PUBLICATIONS 476 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Ecological recovery on the largest wet tropical island cleared of invasive rats [View project](#)



Estudios
socioambientales



Experiencias mexicanas en la restauración de los **ecosistemas**

Eliane Ceccon
Cristina Martínez-Garza
Coordinadoras

Capítulo 21

La restauración ambiental exitosa de las islas de México: una reflexión sobre los avances a la fecha y los retos por venir

Alfonso Aguirre Muñoz
alfonso.aguirre@islas.org.mx
Araceli Samaniego Herrera

Luciana Luna Mendoza
Antonio Ortiz Alcaraz
Federico Méndez Sánchez
Julio Hernández Montoya

Abstract

Mexico has nearly 4000 islands that host a disproportionate number of endemic species, with 14 times more endemics than the mainland. Islands are not just unique ecosystems but they are also key habitat for the provisioning, reproduction and refuge of many migratory species, particularly seabirds, seaturtles and pinnipeds. Mexican islands harbor one in three species of seabirds worldwide (110 spp. *vs.* 346 spp.), placing it as the third most diverse country for this fragile group worldwide. Mexico's islands, however, have severely suffered the impacts of invasive mammals, which have driven 17 vertebrates to extinction and have extirpated many seabird colonies. To tackle the latter, a national program for island restoration has been implemented over the past two decades, having interinstitutional collaboration at its core. The non-for-profit Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C. has been instrumental to the success of the program, having skillfull and experienced scientific personnel, specialized and resourceful technicians, as well as strong ties with government agencies, universities, research institutes, and fishing cooperatives. The logistic support of the Mexican Navy (Secretaría de Marina – Armada de México) has also been a key component of the program. So far we have achieved: (1) the eradication of 58 populations of invasive mammals from 37 islands; (2) the publication of a National Island Strategy which defines management and conservation actions; (3) the ongoing active restoration of seabird colonies that were extirpated due to invasive mammals; and (4) the identification of research and conservation priorities for the Mexican islands. **Key words:** Islands, restoration, invasive species, Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C.

Introducción

Islas, ecosistemas privilegiados y vulnerables

Los ecosistemas insulares son críticos para la conservación de la biodiversidad del planeta y son importantes áreas de crianza y refugio para diversas especies marinas, con complejas funciones ecológicas a nivel de ecosistemas ([Cushman, 1995](#)). No obstante que las islas del planeta representan alrededor de 3% de la superficie terrestre, albergan de 15 a 20% de las especies de plantas, reptiles y aves ([Myers et al., 2000](#)). Por grandes grupos, se estima que una de cada seis especies de las plantas del mundo se encuentra en islas oceánicas, y que 17% del total de las especies de aves está confinado a estas regiones, particularmente las aves marinas ([Mulder et al., 2011](#); [Croxall et al., 2012](#)).

Infortunadamente, las islas también están sufriendo de forma desproporcionada en materia de extinciones ([Groombridge y Jenkins, 2002](#); [Boyd et al., 2008](#)). Las especies exóticas invasoras son, por mucho, la causa principal de extinción de especies endémicas insulares ([Reaser et al., 2007](#)). En particular, los mamíferos invasores —sobre todo roedores, gatos y ungulados— son los más dañinos y dispersos ([Russell, 2011](#); [Townsend et al., 2011](#)), y cada nueva introducción ha incrementado el número de especies hoy perdidas ([Blackburn et al., 2004](#)). Los impactos más evidentes y estudiados globalmente son los generados por mamíferos invasores sobre las poblaciones de aves y mamíferos nativos ([Harris, 2009](#); [Mulder et al., 2011](#)).

Islas de México

Las islas mexicanas, al igual que la mayoría de las islas en el mundo, son excepcional y desproporcionadamente ricas en endemismos ([Whittaker y Fernández-Palacios, 2007](#)), ya que albergan 14 veces más especies endémicas que la porción continental. Las cerca de cuatro mil islas e islotes de México tienen una superficie total de 5 127 km², donde residen 270 000 habitantes ([CANTIM, 2012](#)). La región noroeste es particularmente importante ya que las cerca de 1 000 islas del Pacífico y del Golfo de California contribuyen significativamente

a la biodiversidad de México, país megadiverso como pocos (Mittermeier *et al.*, 1999). Por unidad de superficie, estas islas albergan más plantas y vertebrados endémicos que las Islas del Canal en Estados Unidos o que las islas Galápagos de Ecuador (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2011c). Por otro lado, las islas situadas en la región del Mar Caribe y Golfo de México incluyen algunos récords en biodiversidad insular. Cozumel (~470 km²), por ejemplo, es la isla mexicana con el mayor número (31) de taxa animales endémicos, incluyendo siete mamíferos (Cuarón, 2009). En resumen, las islas mexicanas mantienen tanto ecosistemas únicos como especies endémicas, y son además hábitat clave para la alimentación, reproducción y refugio de muchas especies migratorias, particularmente aves marinas, tortugas marinas y pinnípedos. Además, la mayoría de las islas también es parte de ecorregiones que trascienden los límites nacionales, como acontece con las islas del Pacífico de Baja California, que albergan poblaciones clave de aves marinas con amplia distribución —desde las Aleutianas y el Mar de Bering hasta el Pacífico mexicano—. De hecho, una de cada tres especies de aves marinas (110 spp. de un total global de 346 spp.) están presentes en México, en particular en sus islas, lo que ubica a México como el tercer país más diverso para este frágil grupo, lo mismo que para el número de especies endémicas de aves marinas (Croxall *et al.*, 2012).

En México, los mamíferos invasores han causado directa e indirectamente la extinción de decenas de especies de flora y fauna insular, incluyendo 17 vertebrados, así como la extirpación de numerosas colonias de aves marinas (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2011c). La documentación de dichos impactos ha sido limitada, esporádica y, en la mayoría de los casos, muy reciente.

Programa Nacional de Restauración Insular

Cuando se pretenden acciones trascendentes en cuanto a extensión y calado, el trabajo de conservación se vuelve demandante y muy especializado. Para que dichas acciones perduren se requiere de un esquema de colaboración e integración, como ha ocurrido en México a lo largo de las últimas dos décadas y, de manera más sistemática, a partir del año 2000. El núcleo de esta amplia red lo ha conformado la asociación civil Grupo de Ecología y Conservación

de Islas, A. C. (GECI), en colaboración con instituciones del gobierno federal, particularmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y la Secretaría de Gobernación (Segob). Ha destacado el apoyo de la Secretaría de Marina - Armada de México (Semar) en todo lo relativo a logística —uso especial de grandes barcos con helipuerto y hangar, hospedaje, transporte de personal y equipos a las islas—. Ha habido también participación de instituciones académicas y universidades nacionales e internacionales, las comunidades locales, cooperativas pesqueras, otras Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC), y donantes nacionales e internacionales, tanto del sector público como privado (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2011a). El GECI se dedica por completo a la restauración y conservación de las islas mexicanas. El esfuerzo, gracias a un esquema de sinergia y colaboración, ha resultado en un crecimiento de la organización en todos niveles, desde sus habilidades técnicas hasta la cantidad de personal. A fines de 2015, la organización contaba con 62 científicos y técnicos de tiempo completo, especializados y multifuncionales, y atendía simultáneamente diez proyectos de restauración y monitoreo en islas en todos los mares de México. En este capítulo se presentan los avances actualizados hasta 2015 en restauración insular en México, a partir de revisiones previas (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2005, 2008, 2009, 2011b, 2011c, 2012). Aprovechamos para agregar una reflexión sobre el estado actual de las islas mexicanas y su biodiversidad y las lecciones aprendidas más recientes.

Lo aquí presentado es una historia que se ha construido a lo largo de las últimas dos décadas. Durante este tiempo hemos identificado cuatro fases bien definidas, que son críticas para lograr con éxito la restauración de las islas mexicanas. La primera fase tiene que ver con el desarrollo de una línea base para la identificación de prioridades de restauración y la programación de acciones de acuerdo con el valor de biodiversidad y la factibilidad de una intervención exitosa, es decir, el diagnóstico-pronóstico. Una vez reconocidas las áreas de oportunidad, entra entonces la segunda fase, durante la cual se llevan a cabo los monitoreos que informan y respaldan la acción de restauración a implementar, ya sea el control o erradicación de una o varias especies exóticas invasoras, y si

ésta se debe acompañar por otras acciones como la remoción de malezas para mejorar el hábitat o la atracción social de aves marinas para el restablecimiento de colonias de anidación. Es entre esta primera y segunda fases que se realiza la gestión financiera de los proyectos. La tercera fase es en sí la ejecución de la intervención, acompañada de una estrategia de educación ambiental y sensibilización, y donde la institucionalización de la bioseguridad insular es un componente clave. Finalmente, la cuarta fase se refiere a la evaluación de la recuperación del ecosistema insular, su flora y su fauna, tras la remoción del elemento de disturbio; es donde la bioseguridad insular se consolida para asegurar que las islas restauradas se mantendrán así en el largo plazo.

Administración de las islas mexicanas

La Constitución mexicana establece que todas las islas del territorio mexicano son de jurisdicción federal, excepto por unos pocos casos que se encuentran bajo la jurisdicción de estados particulares o son propiedad comunal o privada (Cabada-Huerta, 2007; Cantim, 2012). La administración de las islas corresponde así a la administración pública federal, repartida sobre todo entre la Segob y la Semarnat —siendo que la mayoría de las islas mexicanas son áreas naturales protegidas de carácter federal y administradas por la Conanp—, mientras que las labores de inspección y vigilancia, y en general las relacionadas con la soberanía nacional, corresponden a la Semar, con una injerencia mayor cuando hay infraestructura militar en las islas, con presencia permanente de las fuerzas armadas. Este marco normativo general favorece la expansión del programa de restauración aquí descrito, ya que tanto los logros como las metas son de alcance nacional y obedecen a prioridades establecidas de manera formal, incluso en el plano internacional, como las metas de Aichi del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Al mismo tiempo, es necesario mejorar y crear instrumentos normativos específicos en torno de las actividades de restauración ecológica en las islas, así como el uso del territorio insular, sus recursos y aguas adyacentes. Recomendaciones concretas se han formulado en distintos foros donde científicos, manejadores y autoridades han participado (*e. g.*, Encuentro Nacional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable de las Islas de México, 2009),

y en artículos científicos (e. g., Aguirre-Muñoz *et al.*, 2011b). Ello derivó en la publicación, en febrero de 2012, de la *Estrategia Nacional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano* (Cantim, 2012), primer instrumento en su tipo en el mundo. En dicha estrategia se delinearon, de manera amplia y participativa, los objetivos, metas y acciones estratégicas que, como país, México asumirá durante los próximos años, con una visión a 2020, en temas de soberanía, conservación, desarrollo sustentable, financiamiento, coordinación interinstitucional, políticas públicas y conocimiento.

Biomás impactados de manera negativa y positiva

En México se traslapan las zonas biogeográficas Neártica y Neotropical. Los mares de México incluyen al Pacífico oriental con las aguas templadas de la Corriente de California, el Pacífico tropical, el archipiélago de Revillagigedo, el *sui generis* Golfo de California, el Golfo de México y el Mar Caribe. El territorio insular de México es extenso y su topografía es compleja. En consecuencia, las islas mexicanas son extraordinariamente diversas. Hay islas templadas y semiáridas a lo largo de la Corriente de California, islas desérticas en el Golfo de California, y tropicales estacionales y húmedas en el Pacífico, en el Golfo de México y el Mar Caribe. Las islas en las que el GECI ha realizado trabajo de conservación y restauración incluyen los siguientes biomas: bosques templados, bosques mixtos, bosques subtropicales y tropicales estacionales y húmedos, matorrales mediterráneos, matorrales desérticos y manglares.

Impactos de mamíferos invasores

Los principales factores de degradación en nuestras islas son los impactos directos e indirectos de mamíferos invasores. Entre los impactos directos se cuentan la depredación de la fauna nativa y la competencia con ésta; también la destrucción y fragmentación de hábitats y los daños físicos y químicos al suelo, incluyendo su pérdida por erosión. Los impactos indirectos —introducción de propágulos, enfermedades, endo y ectoparásitos y desequilibrio

en las redes tróficas— también ocasionan cambios dramáticos en las comunidades y en los ecosistemas. Descripciones y discusiones respecto de los distintos impactos se encuentran en Mack y colaboradores (2000), Clout y Williams (2009), y Lövei y Lewinsohn (2012). Excelentes ejemplos de impactos directos e indirectos de depredadores invasores en islas con aves marinas se encuentran en Mulder y colaboradores (2011).

Estrategia para la restauración insular

Erradicaciones como herramienta de restauración

La restauración ecológica se impone en todos los casos en que los ecosistemas se encuentran sumamente alterados, en particular, cuando han perdido su capacidad de responder en forma espontánea con mecanismos de resiliencia u homeostáticos frente a las alteraciones antropogénicas, directas o indirectas (Jørgensen, 2013). Entre los diversos instrumentos para la restauración ecológica, destaca por su relevancia y alto impacto —de hecho como condición *sine qua non*— el control y la erradicación de especies exóticas invasoras, en especial cuando estamos frente a fuertes alteraciones en el ecosistema o se trata de especies en peligro de extinción, en especial microendemismos insulares (e. g., Mulder *et al.*, 2011; Veitch *et al.*, 2011).

El control implica mantener a la población problema con baja abundancia a través de un esfuerzo sostenido a largo plazo. En cambio, la erradicación tiene como objetivo la eliminación total de la población y concentra el esfuerzo en un periodo definido. A lo largo de las últimas décadas, ha quedado claro que las islas representan una excelente oportunidad para implementar erradicaciones de mamíferos invasores y así frenar la dramática tasa actual de extinciones de flora y fauna nativas (Veitch y Clout, 2002; Veitch *et al.*, 2011). El concepto de erradicar mamíferos en islas como una eficaz estrategia de restauración fue originalmente concebido y desarrollado en Nueva Zelanda, país que sigue siendo líder y de los más activos en materia de erradicaciones de especies invasoras y de reintroducción de especies nativas a sitios restaurados (Townes *et al.*, 2013),

mientras que México ha logrado avances que lo ubican también entre los más avanzados en el tema a nivel mundial (Townes, 2011; Jones *et al.*, 2016).

Avances en islas mexicanas

Hasta 2015 se ha completado la erradicación de 58 poblaciones de mamíferos invasores en 37 islas del Pacífico mexicano, el Golfo de California, el Golfo de México y el Caribe mexicano (cuadro 1 y figura 1). Las técnicas de erradicación han evolucionado de las más tradicionales (*e. g.*, trampeo y cacería) a las más avanzadas, como la dispersión de carnadas y venenos diseñados *ad hoc* para el propósito, usando helicópteros y cubetas de dispersión, sistemas de información geográfica, GPS diferencial, telemetría, animales judas, cacería aérea, entre otros (cuadro 1). El tamaño y complejidad de las islas y proyectos también se ha incrementado notablemente. En el caso de los roedores invasores, por ejemplo, la experiencia acumulada ha permitido pasar de islas pequeñas desérticas (< 50 ha), a archipiélagos tropicales húmedos (> 500 ha; Samaniego-Herrera *et al.*, 2009; 2011), reconocidos como un reto a nivel mundial (Keitt *et al.*, 2015). La erradicación de rata negra en Cayo Centro (Banco Chinchorro), ejecutada en 2015, marcó un récord y un parteaguas en el contexto de islas tropicales del mundo, por el área y la complejidad del hábitat, con dominancia de manglar.

Nombres científicos de los mamíferos invasores que se presentan en los cuadros 1 y 2

Borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis mexicana</i>)	Perro (<i>Canis lupus familiaris</i>)
Borrego (<i>Ovis aries</i>)	Rata negra (<i>Rattus rattus</i>)
Burro (<i>Equus asinus</i>)	Ratón casero (<i>Mus musculus</i>)
Caballo (<i>Equus caballus</i>)	Ratón de cactus (<i>Peromyscus eremicus</i>)
Cabra (<i>Capra hircus</i>)	Ratón venado de Baja California (<i>Peromyscus fraterculus</i>)
Conejo (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	Vaca (<i>Bos taurus</i>)
Gato (<i>Felis catus</i>)	Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>)
Juancito (<i>Ammospermophilus leucurus</i>)	

Cuadro 1
Especies, técnicas y fechas de erradicación de mamíferos invasores
en islas de México hasta 2015

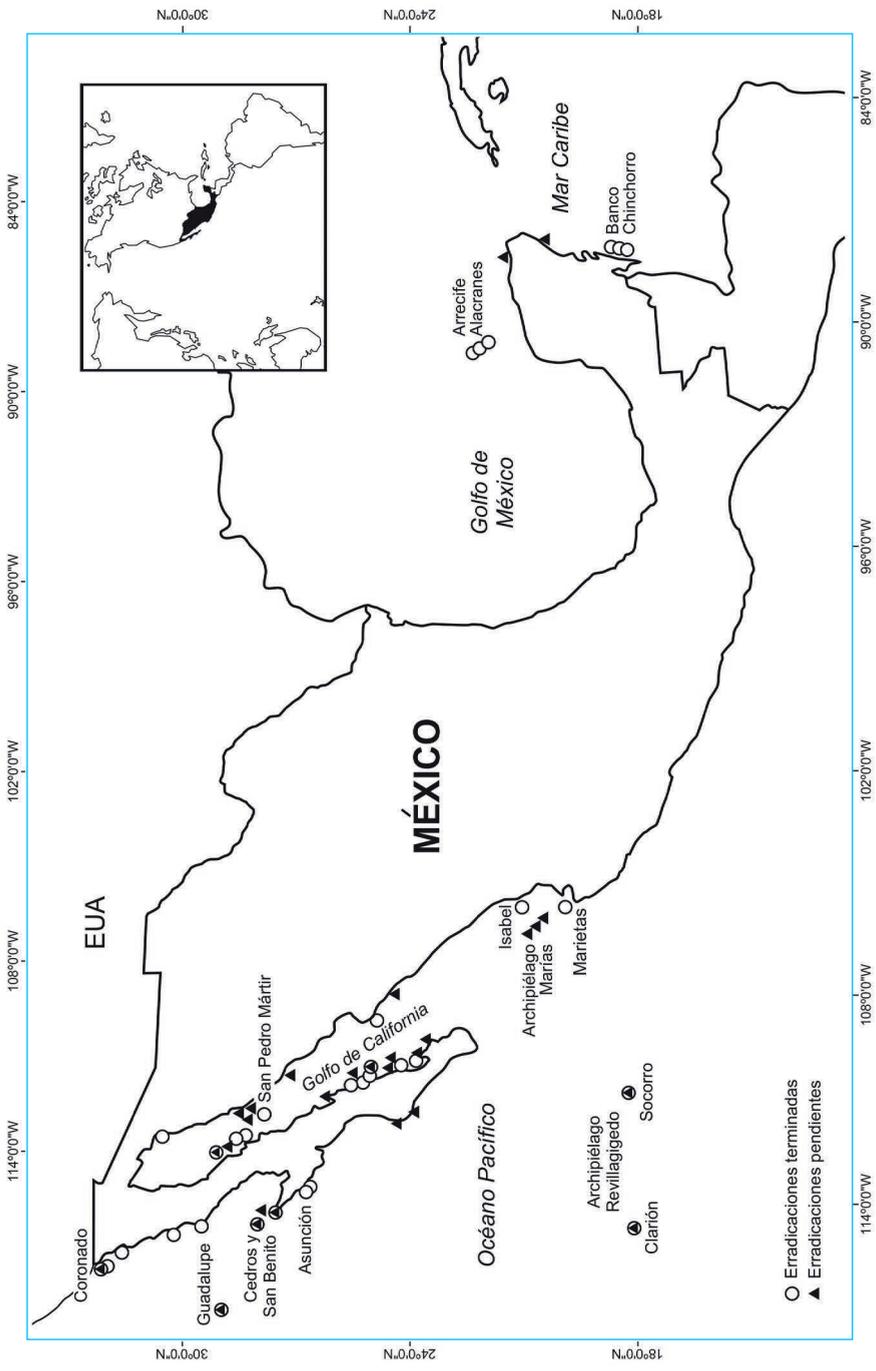
Isla	Área (ha)	Mamíferos erradicados	Fecha de erradicación	Técnicas de erradicación
Océano Pacífico				
Asunción	41	Gato	1995	Trampeo
Clarión	1958	Borrego, cerdo	2002	Cacería
Coronado Norte	37	Gato	1995-1996	Trampeo
Coronado Sur	126	Gato, cabra, burro	2003	Trampeo, cacería
Guadalupe	24 171	Conejo, burro	2002	Remoción de individuos vivos
		Caballo	2004	Remoción de individuos vivos
		Cabra	2003-2006	Remoción de individuos vivos, trampeo, cacería y telemetría
		Perro	2007	Remoción de individuos vivos, trampeo y cacería
Natividad	736	Cabra, borrego	1997	Remoción de individuos vivos
		Gato	1998-2000	Trampeo, cacería, remoción de individuos vivos
		Perro	2001	Remoción de individuos vivos
San Benito Este	146	Conejo	1999	Trampeo y cacería
San Benito Medio	45	Conejo	1998	Trampeo y cacería
San Benito Oeste	400	Conejo, cabra	1998	Trampeo y cacería
		Burro	2005	Remoción de individuos vivos
		Ratón de cactus	2013	Dispersión aérea
San Jerónimo	48	Gato	1999	Trampeo y cacería
San Martín	265	Gato	1999	Trampeo y cacería
San Roque	35	Gato	1995	Trampeo
		Rata negra	1995	Estaciones de carnada
Socorro	13 033	Borrego	2009-2010	Cacería y telemetría
Todos Santos Norte	34	Gato, conejo	1999-2000	Trampeo y cacería
		Burro	2004	Remoción de individuos vivos
Todos Santos Sur	89	Gato	1997-1998/ 1999/2004	Trampeo y cacería
		Conejo	1997	Trampeo y cacería
Golfo de California				
Coronados	715	Gato	1998-1999	Trampeo
Danzante	412	Gato	2000	Trampeo
Estanque	82	Gato	1999	Trampeo y cacería

Cuadro 1
Especies, técnicas y fechas de erradicación de mamíferos invasores
en islas de México hasta 2015 (continuación)

Isla	Área (ha)	Mamíferos erradicados	Fecha de erradicación	Técnicas de erradicación
Golfo de California				
Farallón de San Ignacio	17	Rata negra	2007	Dispersión aérea
Isabel	82	Gato	1995-1998	Trampeo, cacería y estaciones de carnada
		Rata negra	2009	Dispersión aérea
Mejía	245	Gato	1999-2001	Trampeo y cacería
Montserrat	1 886	Gato	2000-2001/ 2003	Trampeo y cacería
Partida Sur	1 533	Gato	2000	Remoción de individuos vivos
Rasa	57	Rata negra, ratón casero	1995-1996	Estaciones de carnada
Redonda	23	Gato	2012-2014	Trampeo y cacería
San Jorge Este	9	Rata negra	2000-2002	Estaciones de carnada
San Jorge Medio	41	Rata negra	2000-2002	Estaciones de carnada
San Jorge Oeste	7	Rata negra	2000-2002	Estaciones de carnada
San Francisquito	374	Gato	2000	Trampeo y cacería
		Cabra	1999	Cacería
San Pedro Mártir	267	Rata negra	2007	Dispersión aérea
Santa Catalina (Catalana)	3 890	Gato	2000-2004	Trampeo y cacería
Golfo de México y Mar Caribe				
Cayo Norte Mayor	29	Rata negra	2012	Dispersión aérea
Cayo Norte Menor	15	Rata negra	2012	Dispersión aérea
Cayo Centro	539	Gato	2014	Trampeo
		Rata negra	2015	Dispersión aérea y manual
Muertos	16	Ratón casero	2011	Dispersión manual
Pérez	11	Rata negra	2011	Dispersión manual
Pájaros	2	Ratón casero	2011	Dispersión manual
Total	51 377			

Fuente: elaboración propia con base en Aguirre-Muñoz *et al.* (2011c).

Figura 1
Ubicación de las islas con mamíferos invasores y estatus de la erradicación



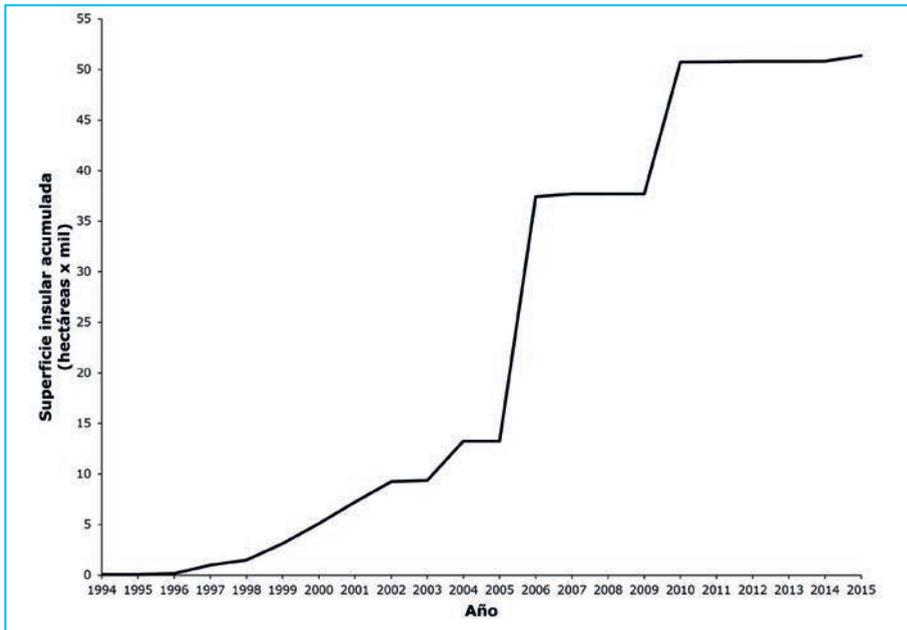
Fuente: elaboración propia.

Considerando el resto de los proyectos, hay varias islas de miles de hectáreas donde el GECI ha implementado erradicaciones (cuadro 1) o se encuentra planeando intervenciones (cuadro 2). A 2015, la suma de la superficie de las islas mexicanas en las que se han finalizado proyectos de erradicación es de 51 377 ha (figura 2).

Erradicaciones pendientes

La erradicación de las 82 poblaciones de mamíferos invasores de las 34 islas mexicanas restantes (cuadro 2) es trabajo pendiente, en distintas etapas de preparación. De acuerdo con un análisis multicriterio (Latofski-Robles *et al.*, 2014), las islas con mayor prioridad donde la erradicación es factible son Socorro, Espíritu Santo, María Cleofas y María Magdalena. Al erradicar en estas

Figura 2
Serie de tiempo de la superficie insular restaurada acumulada
en México de 1994 a 2015



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2
Islas de México con mamíferos invasores en 2015

Isla	Área (ha)	Mamíferos presentes
Océano Pacífico		
Cedros	34 933	Ratón casero, rata negra, gato, perro, cabra, burro
Clarión	1 958	Ratón casero, conejo
Coronado Sur	126	Ratón casero
Guadalupe	24 171	Ratón casero, gato
Magdalena	27 773	Ratón casero, gato, perro, burro
Natividad	736	Juancito
Santa Margarita	21 504	Juancito, gato, perro, cabra, burro, caballo
Socorro	13 033	Ratón casero, gato
Golfo de California		
Alcatraz (Pelicano)	50	Ratón casero
Almagre Chico	10	Rata negra
Ángel de la Guarda	93 068	Ratón casero, rata negra, gato
Carmen	14 461	Gato, cabra, borrego cimarrón
Cerralvo	13 505	Gato, cabra,
Coyote	25	Gato, perro
El Rancho	232	Ratón casero, rata negra
Espíritu Santo	7 991	Gato, cabra
Granito	27	Rata negra
María Madre	14 388	Rata negra, gato, conejo, cabra, burro
María Magdalena	6 977	Rata negra, gato, cabra, venado cola blanca
María Cleofas	1 963	Rata negra, gato, cabra, cerdo, borrego, caballo, vaca
Mejía	245	Ratón casero
Melliza Este	1	Rata negra
Pájaros	82	Rata negra, conejo
Saliaca	2 000	Ratón casero, rata negra
San Diego	56	Cabra
San Esteban	3 966	Rata negra
San José	18 109	Gato, cabra, burro
San Marcos	2 855	Gato, cabra,
San Vicente	14	Ratón casero
Santa Catalina (Catalina)	3 890	Ratón venado de Baja California
Tiburón	119 875	Perro, borrego cimarrón
Golfo de México y Mar Caribe		
Cozumel	47 000	Ratón casero, rata negra, gato, perro
Holbox	5 540	Rata negra, gato, perro
Mujeres	396	Ratón casero, rata negra
Total	481 499	

Fuente: elaboración propia con base en Aguirre-Muñoz *et al.* (2011c).

islas 11 poblaciones de especies invasoras, se restaurarían 35 813 ha, reduciendo el riesgo de extinción de 80 especies endémicas. Es importante señalar que la lista del cuadro 2 es resultado de trabajo de campo reciente, aunque es probable que esté incompleta en especies y en islas. El potencial para estudiantes e investigadores de generar información útil para resolver problemas urgentes es muy alto.

El proceso de introducción de especies, descrito por Elton (1958) como una de las mayores conmociones históricas de la flora y fauna mundiales, se mantiene vigente del todo, e incluso crece como riesgo debido al aumento del comercio mundial y la movilidad humana. Las introducciones —accidentales y deliberadas— varía con las especies y las características de las islas. Es una situación que se ha registrado en algunas ocasiones en las islas mexicanas durante la última década (*e. g.*, ratones en San Benito Oeste y gatos en Todos Santos Sur, islas ahora libres de mamíferos invasores gracias a una respuesta rápida). Por ello es esencial acompañar cualquier estrategia de conservación con una estrategia de bioseguridad. Prevenir introducciones o reintroducciones a las islas es un componente indispensable, tanto en las ya restauradas (o en proceso de) como en las que se han salvado de la colonización de especies invasoras.

Por lo anterior, a la par de las campañas de erradicación en marcha, la bioseguridad insular, como un conjunto de medidas y acciones para prevenir la introducción de especies invasoras, se ha vuelto un componente clave en esta visión de México de tener sus islas restauradas y, lo más importante, mantenerlas así en el largo plazo. Todo ello acompañado de una estrategia de educación ambiental y sensibilización de las comunidades locales asentadas en las islas y los usuarios que dependen de ellas o aquellos que las visitan (Federico Méndez com. pers.).

Resultados

Biodiversidad al alza

Los resultados derivados del trabajo de campo en favor de la conservación de las islas mexicanas son tangibles y relevantes. Gracias a las erradicaciones de mamíferos invasores, por lo menos 147 taxa endémicos de mamíferos,

reptiles, aves y plantas han sido protegidos. Además, 227 colonias de aves marinas, altamente vulnerables a las ratas y los gatos, se recuperan. El monitoreo post-erradicación revela impactos positivos diversos, que van desde nuevos registros de plantas (Junak *et al.*, 2005; Luna-Mendoza y Hernández-Montoya com. pers.) e invertebrados (Samaniego-Herrera y Bedolla-Guzmán, 2012) hasta recuperación de comunidades vegetales (Ceceña Sánchez, 2014; Ortiz Alcaraz en prep.; Ramírez-Serrato, 2014) y de vertebrados (Castillo-Guerrero, 2009; Hernández-Montoya *et al.*, 2014). No obstante, en ocasiones la remoción de especies invasoras es sólo un primer paso para lograr la restauración completa. En Isla Guadalupe, por ejemplo, el GECI lleva a cabo un proyecto de restauración integral del ecosistema —incluyendo manejo de erosión, monitoreo de aves terrestres y marinas, y reforestación y monitoreo de matorral, pastizal y bosque— que ha requerido construcción de infraestructura y presencia continua de personal de conservación desde 2003 (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2005); específicamente, el GECI desarrolla en esta isla un proyecto especial de reforestación con apoyo del gobierno federal a través de la Comisión Nacional Forestal (Conafor) y el respaldo de la Conanp (Luna-Mendoza com. pers.). Otro ejemplo de actividades post-erradicación es el restablecimiento de colonias de aves marinas en islas del Pacífico de Baja California, proyecto descrito a continuación. Más información sobre proyectos, personal involucrado, resultados y publicaciones se encuentra en <www.islas.org.mx>.

Restauración post-erradicación: el caso de las aves marinas del Pacífico

Como se mencionó con anterioridad, en las islas de México es posible encontrar un tercio de las aves marinas del mundo, las cuales utilizan los océanos y mares mexicanos para alimentarse, y sus islas para anidar (Croxall *et al.*, 2012). Sin embargo, poco es sabido sobre su historia de vida, su dinámica poblacional, interconectividad genética o presiones ecológicas. Como continuación de la restauración vía erradicación de depredadores invasores, el GECI comenzó en 2008 un proyecto que incluye siete grupos de islas del Pacífico mexicano (Coronado, Todos Santos, San Martín, San Jerónimo, Natividad, San Roque y Asunción) donde colonias originales de aves marinas fueron extirpadas por mamíferos

invasores o afectadas por eventos de contaminación. Una vez eliminado el agente de disturbio —por ejemplo, gatos o ratas, o contaminación marina como DDT o petróleo— (intervención intermedia, véase Introducción en la presente obra) se pueden seguir dos líneas: *a*) esperar un proceso natural de retorno de las especies nativas, o *b*) restauración activa (intervención máxima), donde se incentiva a las especies nativas a regresar.

Para la restauración de aves marinas, el GECI implementa sistemáticamente y por primera vez en Latinoamérica, técnicas vanguardistas de atracción social y de restauración de hábitat. La atracción social consiste en recrear colonias. Para ello se utilizan señuelos, se construyen madrigueras artificiales y se reproducen vocalizaciones de las especies a atraer. Eventualmente, individuos de estas especies reconocen el sitio como un lugar seguro para anidar y formar nuevas colonias (Jones y Kress, 2012). A 2015 se trabaja con tres especies de cormoranes (*Phalacrocorax auritus*, *P. pelagicus* y *P. penicillatus*) en las islas Coronado y Todos Santos; con gallito elegante (*Thalasseus elegans*) en las islas Asunción y San Roque, además de gaviota ploma *Larus heermanni* (sujeta a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010) en San Roque; y con alcuela (*Ptychoramphus aleuticus*; también sujeta a protección especial) y pelícano café (*Pelecanus occidentalis*) en las otras islas. Al mismo tiempo, se restaura el hábitat removiendo plantas invasoras, beneficiando así a otras especies de aves marinas y terrestres, reptiles y mamíferos nativos.

A pocos años de aplicar el proyecto, los resultados son ya alentadores. Los cormoranes, e incluso otras especies, interactúan con las colonias artificiales de cormorán. Algo muy positivo es que en la isla Todos Santos Sur ya se registró anidación exitosa (producción de volantones sanos) dentro de una colonia artificial de cormorán doble cresta. Usualmente estas técnicas requieren varios años de implementación para que una colonia se establezca, por lo que ahora es clave asegurar recursos para la continuación a largo plazo (Jones y Kress, 2012).

Discusión y conclusiones

Los mamíferos son el grupo animal que ha sido el blanco de las erradicaciones en las islas mexicanas. Para mamíferos grandes, la cacería aérea y terrestre, en

combinación con radio-telemetría, ha resultado el método más exitoso. Para mamíferos como gatos y conejos, la combinación de trampeo y cacería, con apoyo de perros detectores, ha sido la fórmula más eficaz. En cuanto a roedores, las tres técnicas principales —estaciones de veneno, dispersión manual y dispersión aérea de rodenticida (Howald *et al.*, 2007)—, han sido implementadas. Excepto en islas muy pequeñas, sin duda, la mejor opción ha sido la dispersión de rodenticida con helicóptero.

Es necesario reconocer que el financiamiento sostenido ha permitido la integración y retención de un equipo de profesionistas de tiempo completo, siendo la base de los resultados positivos. La Fundación David y Lucile Packard y la Fundación Marisla han apoyado al GECI durante toda su trayectoria. Otros donantes importantes, como NFWF, USFWS, ABC, el propio Gobierno Federal (Conanp, INECC, Conacyt, Conafor y Conabio), donantes privados en México (Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza [FMCN], WWF-México y Fundación Carlos Slim), y organismos internacionales como Global Environment Facility (GEF), poco a poco se han sumado al financiamiento de proyectos específicos, algunos ya multianuales.

Otro elemento clave son las relaciones de colaboración internacional, especialmente entre el GECI y equipos de campo, científicos y OSC que trabajan con especies invasoras y restauración de islas en el mundo, incluyendo Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos, Ecuador, Canadá, Alemania, Cuba, Filipinas, Brasil, Argentina, Chile y la República Dominicana. Finalmente, pero no menos importante, la confianza recíproca ganada entre el sector conservación y las cooperativas pesqueras ha sido crucial. En particular, las cooperativas de la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera de Baja California (Fedecoop), están apoyando distintas acciones de conservación en las islas (Méndez-Sánchez, 2012). El frecuente respaldo en especie por parte de la Semar ha sido clave desde un inicio para viabilizar operaciones de gran dimensión. Así, la erradicación de mamíferos invasores en todas las islas de México es una meta estratégica explícita del GECI y su red de colaboradores, alcanzable para 2025, con el fin último de lograr la restauración completa del territorio insular mexicano.

Oportunidades de investigación

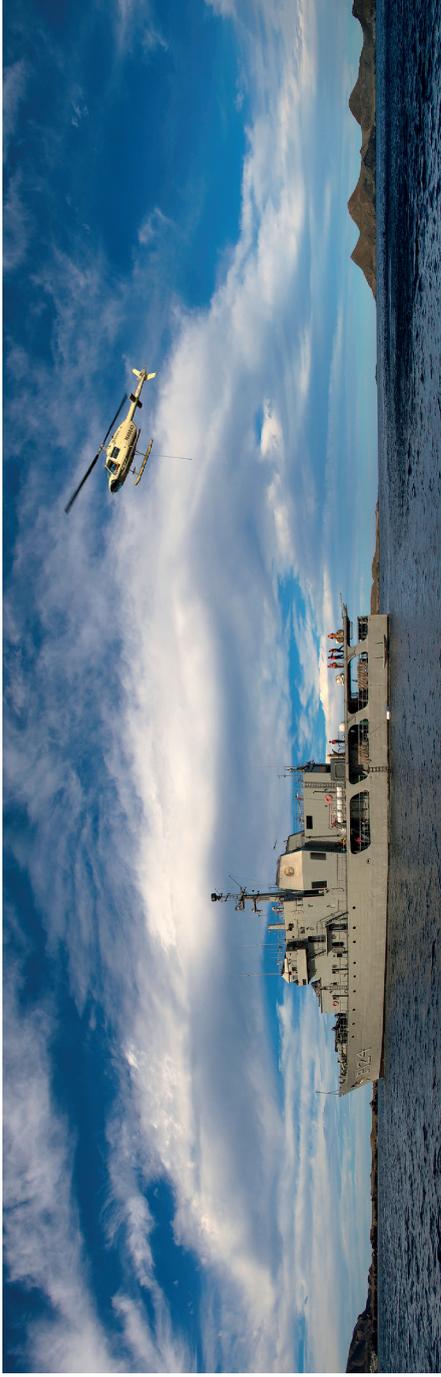
Las oportunidades para la investigación básica y aplicada, con preguntas concretas enfocadas a contestar interrogantes sobre biología, ecología, genética, evolución y etología de numerosos grupos de flora y fauna, son muy vastas. De hecho, la mayoría de las islas de México estuvieron abandonadas tanto tiempo por los académicos, especialmente los nacionales, que existen numerosos casos en los que los huecos de información abarcan cientos de años. Para lograr los proyectos aquí descritos, el GECI ha invertido en trabajo básico como listados de especies, lo cual es provechoso (Peralta-García *et al.*, 2007a, 2007b; Samaniego-Herrera *et al.*, 2009) y abona a la conservación aplicada. Atendiendo el principio de basar las acciones de conservación en la mejor ciencia, el GECI siempre ha apoyado el desarrollo de tesis y proyectos innovadores (Samaniego-Herrera *et al.*, 2013). En años recientes, el apoyo para el personal propio ha resultado en tesis de posgrado, tanto en México (Torres-García, 2014; Ortiz-Alcaraz, 2016; Hernández Montoya, en prep.) como en el extranjero (Méndez-Sánchez, 2012, Latofski-Robles, 2012; Luna-Mendoza, 2014; Samaniego-Herrera, 2014; Bedolla-Guzmán, en prep.; Hernández Montoya, en prep.), totalmente enfocadas a resolver problemas reales y facilitar las estrategias de conservación a largo plazo.

La planeación sistemática y priorización es fundamental para lograr máxima eficiencia de inversión de los fondos limitados para la conservación. Queda mucho por hacer y descubrir. Esto es un llamado a la academia a crecer la colaboración y esfuerzos ordenados que optimicen la conservación de las islas de México, una de las mejores apuestas para la conservación de la biodiversidad en general y relevante en términos de soberanía territorial. De igual forma, queda clara la oportunidad que representa el que el GECI evolucione hacia un compacto centro de investigación aplicada, como un Centro de Investigación del sistema del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), formando recursos humanos especializados del más alto nivel, llevando a cabo investigaciones de vanguardia en colaboración con otras instituciones de México y el mundo, robusteciendo las labores de restauración y conservación de islas, y ampliando la perspectiva interdisciplinaria en el manejo integral y soberano del Territorio Insular.

Recomendaciones y lecciones aprendidas

- Las islas de México han probado ser una oportunidad única y excepcional como territorios de conservación y restauración. Los beneficios son muy significativos para el patrimonio natural nacional, con una muy alta tasa de retorno de la inversión.
- La amplia red de colaboración interinstitucional que se ha consolidado durante la última década, ha sido un factor importante para materializar los avances en la restauración y conservación de las islas de México.
- El fortalecimiento de una masa crítica a favor de las islas de México, representada por el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C. (GECI), ha sido esencial para desarrollar una red de colaboración, así como para la ejecución exitosa y el seguimiento de las diferentes acciones de restauración en las islas de México.
- La consolidación y el mantenimiento de los recursos humanos especializados en las islas de México, como masa crítica y equipo, es una prioridad para asumir y resolver las oportunidades y retos de los próximos años, especialmente para alcanzar la visión de tener a todas las islas de México en proceso de restauración y libres de mamíferos invasores para 2025.
- La continuidad de financiamiento sostenido y con visión de largo plazo, es otro factor clave para mantener la trayectoria actual y los resultados positivos.
- Si bien se cuenta ya con un plan de ruta, es conveniente revisar y actualizar ya, de forma amplia y participativa como fue en su primera edición, la Estrategia Nacional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano.
- Además de avanzar con las acciones de control y erradicación, es necesario integrar un Programa Nacional de Bioseguridad Insular y aplicarlo institucionalmente con el fin de prevenir la introducción de especies exóticas invasoras.

Imagen 1



Restauración de la isla San Benito Oeste, hábitat crítico de aves marinas. Erradicación de ratón invasor con dispersión aérea de veneno. Colaboración entre el GECL, Semar, Conanp y la cooperativa Pescadores Nacionales de Abulón. Pacífico mexicano. Diciembre de 2013. Foto: © Archivo Grupo de Ecología y Conservación de Islas / J. A. Soriano.

Referencias bibliográficas

Aguirre-Muñoz, A., A. Samaniego-Herrera, L. Luna-Mendoza, A. Ortiz-Alcaraz y F. Méndez-Sánchez (2012), “The Island Conservation NGO: Some Important Clarifications”, *Biodiversity and Conservation*, núm. 21, pp. 2169-2172.

—————, A. Samaniego-Herrera, L. Luna-Mendoza, A. Ortiz-Alcaraz, M. Rodríguez-Malagón, M. Félix-Lizárraga y M. Latofski-Robles (2011a), “Eradications of Invasive Mammals on Islands in Mexico: The Roles of History and the Collaboration between Government Agencies, Local Communities and a Non-government Organisation”, *Island Invasives: Eradication and Management. Proceedings of the International Conference on Island Invasives*, Gland, IUCN.

—————, A. Samaniego-Herrera, L. Luna-Mendoza, A. Ortiz-Alcaraz, M. Rodríguez-Malagón, M. Félix-Lizárraga y M. Latofski-Robles (2011b), “The Conservation and Restoration of the Mexican Islands: An Overall Success Story with Some Failures, Lessons Learnt, and Policy Recommendations”, en B. A. Figueroa (ed.), *Biodiversity Conservation in the Americas: Lessons and Policy Recommendations*, Santiago de Chile, Editorial Fen-Universidad de Chile, pp. 241-258.

—————, A. Samaniego-Herrera, L. Luna-Mendoza, A. Ortiz-Alcaraz, M. Rodríguez-Malagón, F. Méndez-Sánchez y M. Latofski-Robles (2011c), “Island Restoration in Mexico: Ecological Outcomes after Systematic Eradications of Invasive Mammals”, *Island Invasives: Eradication and Management. Proceedings of the International Conference on Island Invasives*, Gland, IUCN.

—————, R. Mendoza-Alfaro, H. A. Ponce-Bernal, L. Arriaga-Cabrera, E. Campos-González, S. Contreras-Balderas, J. A. Zertuche-González (2009), “Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía”, en J. Sarukhán (ed.), *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*, México, Conabio, pp. 277-318.

—————, D. A. Croll, C. J. Donlan, R. W. Henry III, M. A. Hermosillo, G. R. Howald, B. Wood (2008), “High-impact Conservation: Invasive

- Mammal Eradications from the Islands of Western México”, *Ambio*, núm. 37, pp. 101-107.
- Aguirre-Muñoz, A., A. Samaniego-Herrera, C. García-Gutiérrez, L. Luna-Mendoza, M. Rodríguez-Malagón y F. Casillas-Figueroa (2005), “El control y la erradicación de fauna introducida como instrumento de restauración ambiental: historia, retos y avances en México”, en O. Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara (eds.), *Temas sobre restauración ecológica*, México, Semarnat-INE, US Fish and Wildlife Service, Unidos para la Conservación A.C.
- Bedolla-Guzmán, Y. R. (en prep.) “Ecological Segregation in Three Sympatric Storm-petrel Species (*Oceanodroma* spp.) Breeding off Baja California, Mexico”, tesis de doctorado, Universidad Justus-Liebig Giessen, Alemania.
- Blackburn, T. M., P. Cassey, R. P. Duncan, K. L. Evans y K. J. Gaston (2004), “Avian Extinctions and Mammalian Introductions on Oceanic Islands”, *Science*, núm. 305, pp. 1955-1958.
- Boyd, C., T. M. Brooks, S. H. M. Butchart, G. J. Edgar, G. A. B. Da Fonseca, F. Hawkins, P. P. Van Dijk (2008), “Spatial Scale and the Conservation of Threatened Species”, *Conservation Letters*, núm. 1, pp. 37-43.
- Cabada-Huerta, M. (2007), *El territorio insular de México*, México, Congreso de la Unión.
- Castillo-Guerrero, J. A. (2009), “Monitoreo de aves post-erradicación de ratas (*Rattus rattus*) en las islas Farallón de San Ignacio y San Pedro Mártir en el Golfo de California, México”, reporte técnico, Ensenada, Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C.
- Ceceña Sánchez, M. L. (2014), “Estudio fitosociológico de las comunidades vegetales de los matorrales de Isla Guadalupe, México”, tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California.
- Clout, M. N. y P. A. Williams (2009), *Invasive Species Management: A Handbook of Principles and Techniques*, Nueva York, Oxford University Press.
- Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano [CANTIM] (2012), *Estrategia Nacional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano*, México, CANTIM, Semarnat, INE, Conanp, Segob, Semar y GECI.

- Croxall, J. P., S. H. Butchart, B. Lascelles, A. J. Stattersfield, B. Sullivan, A. Symes y P. Taylor (2012), “Seabird Conservation Status, Threats and Priority Actions: A Global Assessment”, *Bird Conservation International*, núm. 22, pp. 1-34.
- Cuarón, A. D. (2009), “Cozumel”, en R. Gillespie y D. A. Clague (eds.), *Encyclopedia of Islands*, Berkeley, University of California Press, pp. 203-206.
- Cushman, J. H. (1995), “Ecosystem-level Consequences of Species Additions and Deletions on Islands”, en P. M. Vitousek, L. L. Loope y H. Adersen (eds.), *Islands*, Berlín, Springer, pp. 135-147.
- Elton, C. S. (1958), *The Ecology of Invasions by Plants and Animals*, Londres, Methuen.
- Groombridge, B. y M. D. Jenkins (2002), *World Atlas of Biodiversity*, Berkeley, University of California Press.
- Harris, D. B. (2009), “Review of Negative Effects of Introduced Rodents on Small Mammals on Islands”, *Biological Invasions*, núm. 11, pp. 1611-1630.
- Hernández-Montoya, J. C., L. Luna-Mendoza, A. Aguirre-Muñoz, L. de la Rosa-Conroy, F. Méndez-Sánchez y M. Félix-Lizárraga (2014), “Laysan Albatross on Guadalupe Island, México: Current Status and Conservation Actions”, *Monographs of the Western North American Naturalist*, núm. 7.
- Howald, G., C. J. Donlan, J. P. Galván, J. C. Russell, J. Parkes, A. Samaniego, B. Tershy (2007), “Invasive Rodent Eradication on Islands”, *Conservation Biology*, núm. 21, pp. 1258-1268.
- Jones, H. P., N. D. Holmes, S. H. M. Butchart, B. R. Tershy, P. J. Kappes, I. Corkery, A. Aguirre-Muñoz, D. P. Armstrong, E. Bonnaud, A. A. Burbidge, K. Campbell, F. Courchamp, P. E. Cowan, R. J. Cuthbert, S. Ebbert, P. Genovesi, G. R. Howald, B. S. Keitt, S. W. Kress, C. M. Miskelly, S. Opper, S. Poncet, M. J. Rauzon, G. Rocamora, J. C. Russell, A. Samaniego-Herrera, P. J. Seddon, D. R. Spatz, D. R. Towns y D. A. Croll (2016), “Invasive Mammal Eradication on Islands Results in Substantial Conservation Gains”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, núm. 113, pp. 4033-4038.
- Jones, H. P. y S. W. Kress (2012), “A Review of the World’s Active Seabird Restoration Projects”, *Journal of Wildlife Management*, núm. 76, pp. 2-9.
- Jørgensen, D. (2013), “Ecological Restoration in the Convention on Biological Diversity Targets”, *Biodiversity and Conservation*, núm. 22, pp. 2977-2982.

- Junak, S., B. Keitt, B. Tershy, D. Croll, L. Luna-Mendoza y A. Aguirre-Muñoz (2005), “Esfuerzos recientes de conservación y apuntes sobre el estado actual de la flora de Isla Guadalupe”, en K. Santos Del Prado y E. Peter (eds.), *Isla Guadalupe*, México, INE.
- Keitt, B., R. Griffiths, S. Boudjelas, K. Broome, S. Cranwell, J. Millett, W. Pitt y A. Samaniego-Herrera (2015), “Best Practice Guidelines for Rat Eradication on Tropical islands”, *Biological Conservation*, núm. 185, pp. 17-26.
- Latofski-Robles, M. (2012), “Restoration Priorities for Mexican Islands”, tesis de maestría, San Luis Potosí, México y Colonia, Alemania, Universidad Autónoma de San Luis Potosí y Cologne University of Applied Sciences.
- , A. Aguirre-Muñoz, F. Méndez-Sánchez, H. Reyes-Hernández y S. Schlüter (2014), “Prioritizing Restoration Actions for the Islands of Mexico”, *Monographs of the Western North American Naturalist*, 7, pp. 435-441.
- Lövei, G. L. y T. M. Lewinsohn (2012), “Megadiverse Developing Countries Face Huge Risks from Invasives”, *Trends in Ecology and Evolution*, núm. 27, pp. 3-4.
- Luna-Mendoza, L. (2014), “Consumer-resource Interactions: Seed, Mice and Cats on Guadalupe Island, Mexico”, tesis de doctorado, Nueva Zelanda, The University of Auckland.
- Mack, R. N., D. Simberloff, W. M. Lonsdale, H. Evans, M. Clout y F. A. Bazzaz (2000), “Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences, and Control”, *Ecological Applications*, núm. 10, pp. 689-710.
- Méndez-Sánchez, F. A. (2012), “Co-management and Small-scale Fisheries in Mexico: The Case of a Fishers’ Cooperative in Cedros and San Benito Islands”, tesis de Maestría, Nueva Zelanda, The University of Auckland.
- Mittermeier, R. A., N. Myers, C. G. Mittermeier y P. Robles Gil (1999), *Hotspots: Earth’s Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*, México, Cemex, Agrupación Sierra Madre.
- Mulder, C. P. H., W. B. Anderson, D. R. Towns y P. J. Bellingham (2011), *Seabird Islands: Ecology, Invasion, and Restoration*, Nueva York, Oxford University Press.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Da Fonseca y J. Kent (2000), “Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities”, *Nature*, núm. 403, pp. 853-858.

- Ortiz-Alcaraz, A. (2016), “Sucesión ecológica tras la erradicación de borregos introducidos (*Ovis aries*) en isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo, México”, tesis de doctorado, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.
- Peralta-García, A., A. Samaniego-Herrera y J. H. Valdez-Villavicencio (2007a), “New Records of Western Harvest Mouse *Reithrodontomys megalotis* (Rodentia: Muridae) on Magdalena Island, Mexico”, *The Southwestern Naturalist*, vol. 52, núm. 4, pp. 597-599.
- , A. Samaniego-Herrera y J. H. Valdez-Villavicencio (2007b), “Registros nuevos de reptiles en islas del Noroeste de México”, *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, vol. 23, núm. 1, pp. 179-182.
- Ramírez Serrato, N. L. (2014), “Índices de vegetación: una herramienta para el monitoreo de esfuerzos de conservación. El caso del Bosque de Ciprés de la Isla Guadalupe”, tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
- Reaser, J. K., L. A. Meyerson, Q. Cronk, M. De Poorter, L. G. Eldrege, E. Green, L. Vaiutu (2007), “Ecological and Socioeconomic Impacts of Invasive Alien Species in Island Ecosystems”, *Environmental Conservation*, núm. 34, pp. 98-111.
- Russell, J. (2011), “Indirect Effects of Introduced Predators on Seabird Islands”, en P. H. Mulder, W. B. Anderson, D. Towns y P. J. Bellingham (eds.), *Seabird Islands: Ecology, Invasion, and Restoration*, Nueva York, Oxford University Press, pp. 261-279.
- Samaniego-Herrera, A. (2014), “Ecology and Impacts of Invasive Rodents on Tropical Islands, in Relation to Eradication Operations”, tesis de doctorado, Nueva Zelanda, The University of Auckland.
- y Y. Bedolla-Guzmán (2012), “Land Crabs (Decapoda, Brachyura, Gecarcinidae) on Isabel Island, Mexico, Including a New Record, and its Relation to the Removal of Invasive Rats”, *Crustaceana*, núm. 85, pp. 1007-1011.
- , A. Aguirre-Muñoz, M. Rodríguez-Malagón, R. González-Gómez, F. Torres-García, F. Méndez-Sánchez, M. Latofski-Robles (2011), *Rodent Eradications on Mexican Islands: Advances and Challenges*. Island

- Invasives: Eradication and Management*, Gland, IUCN, Proceedings of the International Conference on Island Invasives.
- , A. Aguirre-Muñoz, G. R. Howald, M. Félix-Lizárraga, J. Valdez-Villavicencio, R. González-Gómez, B. R. Tershy (2009), *Eradication of Black Rats from Farallón de San Ignacio and San Pedro Mártir Islands, Gulf of California, México*, Arcata, Proceedings of the 7th California Islands Symposium, Institute for Wildlife Studies.
- Samaniego-Herrera, A., D. P. Anderson, J. P. Parkes y A. Aguirre-Muñoz (2013), “Rapid Assessment of Rat Eradication after Aerial Baiting”, *Journal of Applied Ecology*, núm. 50, pp. 1415-1421.
- Torres García, F. M. (2014), “Dieta y densidad estacional de *Lepus insularis* (Bryant, 1891) en distintos ambientes del Complejo Insular Espíritu Santo, México”, tesis de maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.
- Towns, D. (2011), “Eradications of Vertebrate Pests from Islands around New Zealand: What have We Delivered and What have We Learned?”, en C. R. Veitch, M. N. Clout y D. R. Towns (eds.), *Island Invasives: Eradication and Management*, Gland, IUCN, Proceedings of the International Conference on Island Invasives, pp. 364-371.
- , C. J. West y K. G. Broome (2013), “Purposes, Outcomes and Challenges of Eradicating Invasive Mammals from New Zealand Islands: An Historical Perspective”, *Wildlife Research*, núm. 40, pp. 94-107.
- , G. V. Byrd, H. P. Jones, M. J. Rauzon, J. C. Rusell y C. Wilcox (2011), “Impacts of Introduced Predators on Seabirds”, en C. P. H. Mulder, W. B. Anderson, D. R. Towns y P. J. Bellingham (eds.), *Seabird Islands: Ecology, Invasion, and Restoration*, Nueva York, Oxford University Press, pp. 56-90.
- Veitch, C. R., M. N. Clout y D. R. Towns (2011), *Island Invasives: Eradication and Management*, Gland, IUCN, Proceedings of the International Conference on Island Invasives.
- y M. N. Clout (2002), *Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species*, Gland, IUCN, Proceedings of the International Conference on Eradication of Island Invasives.
- Whittaker, R. J. y J. M. Fernández-Palacios (2007), *Island Biogeography: Ecology, Evolution, and Conservation*, Oxford, Oxford University Press.



En las últimas décadas, el consumismo ilimitado, justificado por el progreso económico, ha acelerado la destrucción de todos los ecosistemas del planeta. Lamentablemente, México se encuentra inmerso en este



desafortunado paradigma de desarrollo con escasas muestras de sustentabilidad. No obstante, México se adhiere a convenios internacionales mediante instrumentos como la *Estrategia Mexicana para la Conservación de la Diversidad Vegetal*, elaborada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). Este libro muestra dicho contexto político, social y ecológico, y en

23 capítulos, presenta las experiencias de restauración llevadas a cabo en nueve de los ecosistemas mexicanos localizados en 13 estados, con una gran variedad de escalas, plazos y niveles de intervención, y un enfoque social, experimental y práctico.

La obra está dirigida a investigadores, estudiantes y profesionales mexicanos cuyo campo de acción incluya la restauración de ecosistemas. Adicionalmente, es una herramienta para los tomadores de decisiones y elaboradores de políticas públicas. Nuestro objetivo final es asentar los fundamentos para el establecimiento de una gobernanza ambiental en términos de restauración de ecosistemas en México, en los que todos los sectores de la sociedad puedan participar. Esperamos que la restauración en México se transforme en una práctica de la esperanza y, sobre todo, que fortalezca la base ecológica de la supervivencia humana.

